

PENGELOLAAN PRODUKSI MENGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN AND GREEN* UNTUK MENUJU INDUSTRI BATIK YANG BERKELANJUTAN (STUDI KASUS DI UKM BATIK PUSPA KENCANA)

**Dyah Ika Rinawati, Diana Puspita Sari, Susatyo Nugroho WP,
Fatrin Muljadi, Septiana Puji Lestari**

Program Studi Teknik Industri Universitas Diponegoro
Kampus Undip Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

Telp/ Fax : 024-7460052

Email: dyah.ika@gmail.com

Abstrak

Produk batik diakui dunia sebagai produk asli Indonesia dan merupakan sektor industri kreatif yang memberikan kontribusi cukup besar bagi PDB. Namun, selama ini proses produksi batik masih ditengarai belum efisien dan ramah lingkungan. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk meningkatkan efisiensi serta meminimasi limbah yang dihasilkan pada proses industri batik.

Kegiatan pada penelitian ini meliputi beberapa langkah. Pertama, membuat *value stream mapping* dari proses batik dan mengukur eko-efisiensi dengan pendekatan *Life Cycle Analysis* (LCA). Kemudian mencari teknik untuk mereduksi inefisiensi yang disebabkan pemborosan pada proses produksi batik. Pada proses produksi batik tulis di UKM Batik Puspa Kencana ditemukan empat pemborosan, yaitu *defect*, *inappropriate processing*, *overproduction*, dan *waiting*. *Value added ratio* dari proses produksi yang terukur adalah sebesar 87,18%. Hasil pengukuran dengan pendekatan LCA menggunakan software SIMAPRO diperoleh eco-cost sebesar Rp. 98.734.748,41. Sedangkan *Eco-Efficiency Rate* (EER) sebesar 88,1%. Alternatif perbaikan proses produksi adalah dengan penerapan prinsip 5S pada proses persiapan pewarnaan dan proses pengeringan. Dengan melakukan perbaikan tersebut diperkirakan tingkat efisiensi akan naik menjadi 94,5%.

Kata kunci : batik, inefisiensi, sustainable, lean production, pemborosan, LCA, value stream mapping

Abstract

Batik has known as Indonesian original product and it's gives high contribution to Gross Domestic Income (GDI). However, batik production process still suspected inefficient and environmentally unfriendly. Therefore, it's needed effort to increase efficiency and to minimize wastes caused by batik process production.

In this research, have been done two step i.e. made value stream mapping of batik process production and measure eco-efficiency by Life Cycle Analysis (LCA) approach. Then looked for techniques in order to reduce inefficiency caused by process production waste. In batik tulis process production at UKM Batik Puspa Kencana have been found four wastes, that is defect, inappropriate processing, overproduction, and waiting. The value added ratio of this product is 87,18 %. The measurement result by LCA approach using SIMAPRO was obtained eco-cost in the amount of Rp. 98.734.748,41. Whereas, Eco-Efficiency Rate (EER) was 88,1%. Process production improvement alternatives is implementing 5S in colouring and drying process. By done this step, it's estimated that efficiency level will be 94,5%.

Keyword : batik, inefficiency, sustainable, lean production, waste, LCA, value stream mapping

PENDAHULUAN

Batik diakui dunia sebagai produk asli Indonesia dan merupakan sektor industri kreatif berkontribusi cukup besar bagi PDB (Produk Domestik Bruto). Pada setiap tahapan proses pembuatan batik secara

tradisional memerlukan bahan, energi, komponen bahan tambahan dan penggunaan peralatan yang relatif masih sederhana. Dengan penggunaan teknologi yang sederhana ini ditengarai terjadi inefisiensi yang dapat menimbulkan

pemborosan baik dalam penggunaan bahan baku, dalam proses produksi maupun dalam penggunaan energi. Inefisiensi pada proses produksi ini menyebabkan besarnya volume limbah yang dihasilkan yang berasal dari bahan baku, bahan tambahan (aditif) dan proses produksi.

Pada industri batik dapat diidentifikasi lemahnya manajemen dari para perajin batik. Beberapa praktek yang menunjukkan kelemahan tersebut antara lain bahan kimia yang tidak tersimpan dengan baik, tingginya jumlah inventori maupun cacat bahan baku, kurangnya penataan lingkungan fisik kerja seperti ventilasi dan pencahayaan, kurangnya fasilitas waste treatment, penggunaan lilin dan zat pewarna yang kurang efisien, ketergantungan yang tinggi pada minyak tanah dan kayu bakar serta tingkat pemakaian air dan buangan limbah yang tinggi. (www.cleanbatik.com)

Menyikapi kemungkinan peluang industri batik untuk menembus pasar global, pelaku industri dihadapkan pada persaingan yang ketat. Nurdaila (2006) telah melakukan identifikasi kemungkinan adanya inefisiensi pada setiap tahapan produksi dan menganalisis kemungkinan penerapan produksi bersih pada setiap tahapan proses pembuatan batik. Namun hal ini masih belum cukup, sehingga diperlukan upaya guna meningkatkan efisiensi. Peningkatan efisiensi dalam industri batik merupakan salah satu kunci untuk meningkatkan daya saing terhadap produk yang berasal dari negara lain. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur pemborosan yang terjadi pada industri batik sehingga dapat diketahui tingkat efisiensinya, mengukur limbah yang dihasilkan sehingga dapat diketahui tingkat sustainabilitasnya dan merancang alternatif proses produksi batik yang efisien dan ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan dua pendekatan, yakni pendekatan *lean* dan pendekatan *sustainable*. Secara umum tahapan penelitian terbagi menjadi dua, yakni tahap pengukuran efisiensi dan tahap analisis guna meningkatkan efisiensi pada industri batik. Di dalam pendekatan

lean, *Value Stream Mapping* (VSM) digunakan untuk memetakan kondisi operasi saat ini. Pemetaan dilakukan melalui teknik observasi dan wawancara. Dari VSM diperoleh *ratio value added time* dan *non-value added time*. Menurut Abdulmalek dan Rajgopal (2007), VSM digunakan untuk mengidentifikasi sumber *waste* dan *tool* yang akan digunakan untuk mereduksi *waste* tersebut. *Waste* terjadi karena aktivitas tidak memberikan kontribusi terhadap kepuasan pelanggan namun membutuhkan waktu, sumber daya, dan *space*. *Waste* tidak memberikan nilai tambah pada proses transformasi input menjadi output (Liker, 2006). Ada tujuh macam *waste* yaitu *overproduction*, *defect*, *unnecessary inventory*, *inappropriate processing*, *transportation*, *waiting*, dan *unnecessary motion*. (Hines, 1997)

Selanjutnya, pada penelitian ini juga digunakan pendekatan *sustainable*, yang mana dalam pengukuran tingkat eko-efisiensi ini terdapat beberapa alat yang dipakai diantaranya adalah *Life Cycle Assessment* (LCA), *Eco Costs*, *Cost Benefit Analysis* (CBA), perhitungan akhir dari metode ini adalah *Eco cost Value Ratio* (EVR) dimana dari EVR ini akan diperoleh hasil *Eco-efficiency Ratio* (EER).

LCA merupakan penilaian "*cradle-to-grave*" yang melibatkan penilaian dampak lingkungan dari produk maupun proses dari bahan baku hingga limbah. (Georgakellos, 1999 dalam Kumar dan Reddy, 2012). LCA merupakan proses yang obyektif dalam mengevaluasi beban lingkungan yang berhubungan dengan produk, proses dan aktivitas dengan cara identifikasi dan kuantifikasi penggunaan energi dan bahan baku serta bahan yang dilepaskan ke lingkungan untuk menilai dampaknya serta mengevaluasi dan menjalankan peluang perbaikan lingkungan. (Duracan dkk, 2006 dalam Kumar dan Reddy, 2012). Pada perhitungan LCA digunakan software pembantu yaitu software SimaPro v 7.1, software ini berisi database jenis material dan dampaknya terhadap lingkungan. Fase LCA sesuai dengan ISO 14040 :

1. *Goal and Scope*

Bertujuan untuk merumuskan dan menggambarkan tujuan, sistem yang

dievaluasi, batasan, dan asumsi yang berhubungan dengan dampak di sepanjang siklus hidup dari sistem yang dievaluasi.

2. LCI (*Life Cycle Inventory*)

Merupakan ekstraksi inventori dan emisi, mencakup pengumpulan data dan perhitungan input dan output ke lingkungan dari sistem yang sedang dievaluasi. Fase ini menginventarisasi penggunaan sumber daya, penggunaan energi dan pelepasan ke lingkungan terkait dengan sistem yang dievaluasi.

3. LCIA (*Life Cycle Impact Assessment*)

Merupakan penanganan dari dampak terhadap lingkungan, semua dampak penggunaan dari sumber daya dan emisi yang dihasilkan dikelompokkan dan dikuantifikasi ke dalam jumlah tertentu kategori dampak yang kemudian diberi bobot sesuai dengan tingkat kepentingannya.

- *Classification and Characterization*
- *Normalization*
- *Weighting*
- *Single Score*

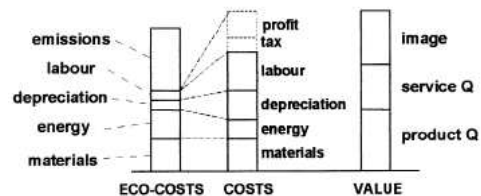
4. *Interpretation*

Merupakan integrasi dari hasil *life-cycle inventory* dan *life-cycle impact assessment* yang kemudian digunakan untuk mengkaji, menarik kesimpulan dan rekomendasi yang konsisten dengan tujuan dan lingkup yang telah diformulasikan.

EVR (*Eco-Costs Per Value Ratio*) dan *eco-efficiency ratio* (EER)

Menurut Vogtlander dkk. (2002), ide dasar dari EVR adalah menghubungkan rantai nilai (*value chain*) dengan '*ecological product chain*'. Pada rantai nilai, nilai tambah dan biaya ditentukan pada setiap tahap '*from cradle to grave*'. Demikian juga beban lingkungan setiap tahap diekspresikan dalam bentuk uang, sehingga disebut *virtual eco-cost*. Eco-costs merupakan ongkos maya karena ongkos ini berhubungan dengan ukuran yang harus

dikeluarkan untuk membuat, menggunakan dan mendaur ulang produk. Ongkos ini telah diestimasi berdasarkan ukuran teknis untuk mencegah polusi dan pelepasan material dan energi hingga mencapai tingkat yang cukup untuk mewujudkan masyarakat yang sustainable. (Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.)



Gambar 1 Dekomposisi 'virtual eco-costs', ongkos dan nilai produk

Sumber : Vogtlander dkk., 2002

EVR digunakan untuk menghitung nilai dari *eco-efficiency ratio* (EER), sehingga dari perhitungan ini dapat diketahui hasil tingkat efisiensi dari suatu proses pembuatan suatu produk. EVR sendiri berparameter ekonomi maupun ekologi sehingga hasil *eco-efficiency ratio* berdasarkan besarnya nilai dari kedua parameter tersebut. Nilai dari EVR ini diperoleh dari membagi *net value* dengan *eco-costs*, dari sini hasil kalkulasi antara *net value* yang diperoleh dari net benefit dikurangi dengan biaya prosesnya dibagi dengan *eco-costs* yang diperoleh dari interpretasi dari analisis LCA, sehingga akan dihasilkan suatu nilai yang disebut *eco-efficiency ratio* (EER).

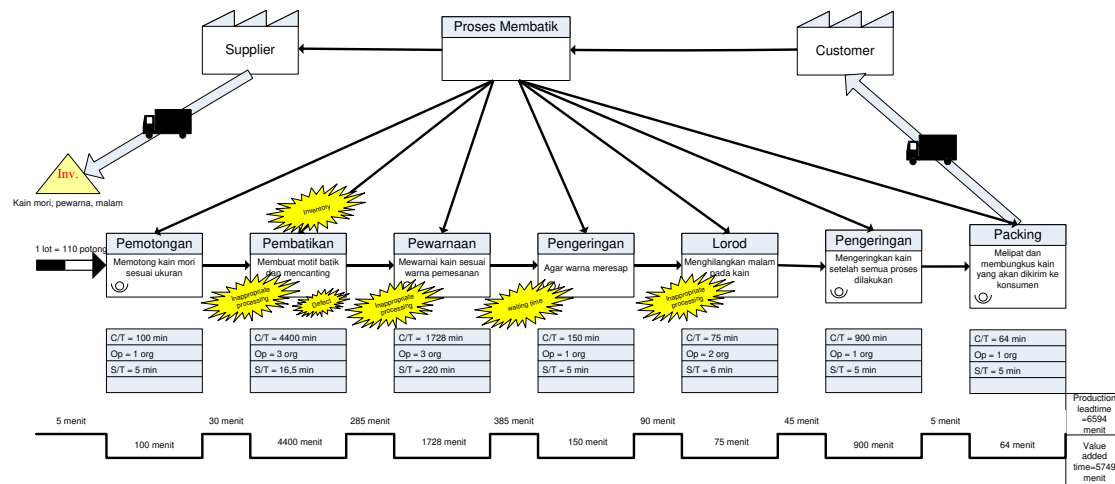
Obyek Penelitian

Obyek penelitian adalah IKM batik Tulis Puspa Kencana di Laweyan Solo

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran Efisiensi dengan Menggunakan Pendekatan *Lean*

Hasil identifikasi aliran informasi dan aliran material digambarkan dalam *value stream mapping* pada Gambar 2. berikut ini.



Gambar 2 Value Stream Mapping batik di IKM Puspa Kencana

Dari *value stream mapping* pada Gambar 2., dapat dilihat *production leadtime* untuk 1 lot produksi (110 potong) adalah 6594 menit dengan *value added time* 5749 menit. Didapatkan *value added ratio* dari proses membatik di Batik Puspa Kencana adalah 87,18%. Dari nilai *value added rasio* yang dihasilkan mengindikasikan bahwa masih adanya inefisiensi pada proses membatik yang disebabkan oleh adanya aktivitas *non value added* atau biasa disebut dengan pemborosan (*waste*). Hasil identifikasi pemborosan (*waste*) adalah sebagai berikut :

1. *Overproduction*

Kelebihan produksi/ *overproduction* terjadi pada proses pembatikan. Hal ini terjadi karena proses sebelumnya, yaitu proses pemotongan berlangsung dalam waktu yang singkat dan setelah proses pemotongan, kain mori langsung ditransfer ke proses selanjutnya, yaitu proses pembatikan. Di proses pembatikan membutuhkan waktu yang cukup lama dalam pengerjaan tiap potongnya sehingga terjadi inventori berlebih.

2. *Defect*

Dari hasil pengamatan, *defect* atau produk cacat terjadi pada proses pencantingan. Hal ini terjadi karena canting yang belum terlalu panas sehingga malam tidak tembus sampai ke belakang kain dan salah dalam mencanting. Jika kesalahan terjadi maka kain harus dibersihkan dengan cara

memerciki kain dengan air kemudian dibersihkan menggunakan besi panas.

3. *Unnecessary Inventory*

Waste inventory tidak ditemukan pada Batik Puspa kencana.

4. *Inappropriate Processing*

Waste inappropriate processing terjadi pada proses pembatikan, pewarnaan dan lorod. Pada proses pembatikan terjadi *inappropriate processing* dikarenakan pada proses pemolaan kain batik terjadi kesalahan dalam hal membentuk pola menggunakan pensil, terjadi karena operator yang kurang teliti dalam memola sehingga membuat nilai *non value added* bertambah. Pada proses pewarnaan, *inappropriate processing* terjadi karena operator yang mencari-cari warna yang akan digunakan. Hal ini terjadi karena warna yang cukup banyak ditempatkan penyimpanan dan tidak ada labelnya sehingga ketika salah satu warna akan digunakan perlu mencari terlebih dahulu. *Inappropriate processing* pada proses penglorodan terjadi karena operator yang memanaskan air untuk proses lorod dilakukan berulang kali. Setelah dipanaskan operator tidak langsung melorod kain, tetapi melakukan proses lainnya sehingga ketika akan melorod operator harus memanaskan air lagi.

5. *Transportation* (Transportasi)

Pemborosan dalam transportasi tidak terjadi karena layout pada perusahaan dapat dikatakan sudah teratur.

6. *Waiting* (Menunggu)

Waiting yang terjadi termasuk ke dalam kelompok pekerja menunggu pekerjaan merupakan suatu aktivitas dari pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya dan kemudian menunggu barang dari proses sebelumnya. *Waiting time* terjadi pada proses pengeringan dikarenakan pekerja yang menunda dalam melakukan pekerjaannya.

7. *Unnecessary Motion*

Tidak terjadi waste proses yang tidak perlu karena semua proses produksi berjalan sesuai langkah yang benar.

Dari identifikasi pemborosan menggunakan seven waste ditemukan empat pemborosan yang menyebabkan inefisiensi, yaitu *defect*, *inappropriate processing*, *overproduction*, dan *waiting*.

Usulan Reduksi Waste Guna Meningkatkan Tingkat Efisiensi Produksi

Dari hasil identifikasi diperoleh beberapa pemborosan (waste) yang terjadi di UKM Puspa Kencana, antara lain *overproduction*, *defect*, *inappropriate processing* dan *waiting time*. Untuk meningkatkan efisiensi proses produksi batik diusulkan reduksi pada dua macam waste yang memiliki kontribusi terbesar, yakni *waiting time* pada proses pengeringan dan *inappropriate* pada proses pewarnaan. Uraian dari usaha untuk mereduksi waste tersebut antara lain:

1. Reduksi waste inappropriate pada proses pewarnaan

Waste ini terjadi akibat *searching time* bahan pewarna yang lama. Dalam 1 lot produksi diproduksi 110 potong kain yang biasanya warnanya bervariasi. Pada UKM Puspa Kencana, ada petugas khusus yang memiliki tanggungjawab untuk meracik bahan pewarna yang akan dipakai. Bahan pewarna yang ada jumlahnya mencapai ratusan macam sehingga untuk mencari sesuai warna yang dibutuhkan memakan waktu yang lama. Hal ini terjadi karena tidak adanya label pada bahan pewarna dan peletakkannya yang kurang tertata. Selama ini walaupun sudah ada rak bahan pewarna namun masih banyak

bahan pewarna yang diletakkan pada lantai tepi dinding ruang pewarnaan, sehingga terkadang pewarna tersenggol dan tumpah. Hal ini selain memerlukan waktu untuk membersihkan juga memperpanjang set up pewarnaan jika bahan pewarna yang tumpah adalah pewarna yang akan dipakai. Oleh karena itu diusulkan untuk beberapa langkah sebagai berikut:

- a. Bahan yang tidak digunakan lagi perlu dipisahkan dan hanya bahan pewarna yang masih digunakan yang akan disimpan. Tujuannya adalah untuk memaksimalkan ruang yang ada hanya untuk bahan pewarna yang masih berguna.
- b. Bahan pewarna disimpan pada lokasi yang telah ditentukan bersama dengan kelompoknya. Tujuannya adalah untuk mempermudah pencarian bahan pewarna.

2. Reduksi waste waiting time pada proses pengeringan

Waiting time terjadi pada proses pengeringan dikarenakan pekerja yang menunda dalam melakukan pekerjaannya. Biasanya pekerja melakukan penjemuran kain batik di sore hari. Hal ini dapat diatasi dengan membuat instruksi kerja bagi pekerja di bagian pengeringan untuk segera menjemur kain jika pewarnaan telah selesai dikerjakan.

Dengan usulan yang telah dikemukakan diatas selanjutnya dilakukan evaluasi *value added ratio*. Karena usulan belum dapat diimplementasikan maka digunakan pendekatan terhadap waktu pada VSM, dengan mereduksi waktu proses set up pewarnaan dan pengeringan. Jika diasumsikan pada 1 lot produksi yang terdiri dari 110 potong kain membutuhkan warna yang berbeda dan untuk mencari masing-masing bahan pewarna dibutuhkan waktu 1 menit maka untuk mencari keseluruhan warna yang dibutuhkan akan memakan waktu 110 menit. Dan jika dalam proses pengeringan setelah proses pewarnaan memakan waktu yang sama dengan proses pengeringan setelah pelorotan maka *waiting time* akan berkurang menjadi 45 menit. Dengan

adanya pengurangan tersebut maka *production leadtime* untuk 1 lot produksi (110 potong) menjadi 6079 menit dengan *value added time* tetap sebesar 5749 menit. Dengan demikian, estimasi *value added ratio* dari proses membatik Batik Pusa Kencana akan naik menjadi 94,5 %.

LCA (*Life Cycle Assessment*)

Pada pengolahan LCA diketahui LCI (*Life Cycle Inventory*) dari produk batik ditunjukkan pada tabel 1.

Hasil Pengukuran Tingkat Eko-efisiensi dengan Menggunakan Pendekatan *Sustainable Production*

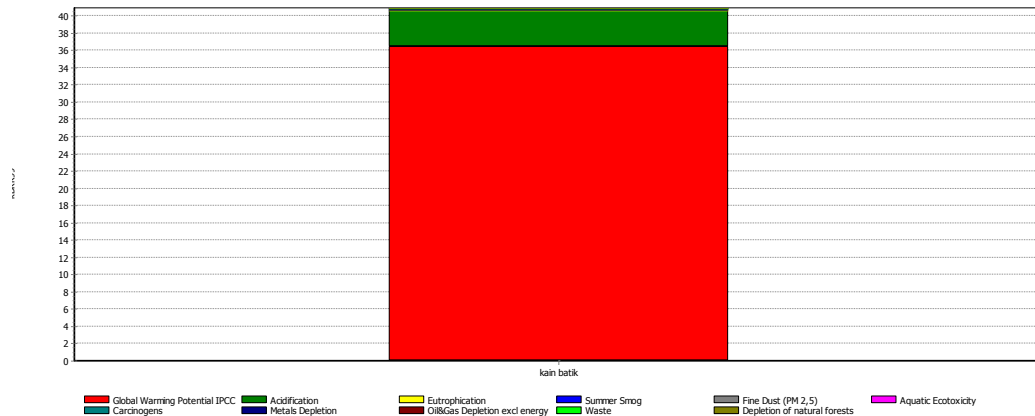
Guna mengukur tingkat eko-efisiensi dengan menggunakan pendekatan *sustainable production* diawali dengan identifikasi diagram alir proses produksi yang menunjukkan aliran setiap proses, input maupun output baik berupa produk dan *non product output* (NPO).

Tabel 1. Input LCI (*Life Cycle Inventory*) dari produk batik

<i>Input</i>	<i>Jumlah / tahun</i>	<i>Unit</i>	<i>Spesifik</i>
Kain Batik			
<i>Material</i>	3346	Kg	bahan baku mori
	6972	Kg	lilin batik
	66	Kg	Rhemasol
	24	Kg	akustik soda
	540	Kg	Waterglass
<i>Bahan Bakar</i>			Proses Pewarnaan
	432000	Kg	Air
			Proses Pelorodan
	540	Kg	Minyak tanah
	672	Kg	Gas
<i>Listrik</i>	51,1	Kwh	Kebutuhan Daya Untuk Pompa Air
			Pewarnaan Pelorodan

Tabel 2 Output Pembobotan *eco-costs* produksi kain batik

Impact category	kain batik (euro)
Total	8473,631
Global Warming Potential IPCC	7550,386
Acidification	856,461
Eutrophication	0,791
Summer Smog	16,541
Fine Dust (PM 2,5)	13,889
Aquatic Ecotoxicity	7,652
Carcinogens	5,232
Metals Depletion	22,517
Oil&Gas Depletion excl energy	0
Waste	0,162
Depletion of natural forests	0



Gambar 3 Output single score produksi kain batik

Tabel 3 Net Value & EEI Produk batik

Produk	Benefit (Rp)	Cost (Rp)	Net Value (Rp)	Eco-Costs (Rp)	EEI
Kain Batik	1.920.000.000	1.050.467.965,56	826.502.034	98.734.748	0,756
EEI	> 1		Affordable, Sustainable		
	= 0 – 1		Affordable, Not Sustainable		
	< 0		Not Affordable, Not Sustainable		

Tabel 4 EVR & EER Produk batik

EER = (1 - EVR)*100 %							
Produk	Benefit (Rp)	Cost (Rp)	Net Value (Rp)	Eco-Costs (Rp)	EVR	EER	
Kain Batik	1.920.000.000	1.050.467.965,56	826.502.034	98.734.748	0,119	0,881	88,1 %

Fase selanjutnya penghitungan nilai dampak atau LCIA (*Life Cycle Impact Assessment*), fase ini terdapat 4 tahapan yaitu karakterisasi, normalisasi, pembobotan, dan *single score*. Hasil pembobotan LCIA menggunakan *eco-costs* yang merupakan biaya virtual dari besarnya dampak lingkungan yang ditimbulkan dari produksi produk batik. Hasil perhitungan ini adalah biaya pencegahan dari emisi yang diperoleh dari kalkulasi antara hasil normalisasi di atas dengan standar biaya pencegahan emisi *eco-costs* 2007. Berdasarkan kurs 1 euro = Rp 11.652, maka dapat diketahui juga standar biaya pencegahan emisi dan pencemaran *eco-costs* 2007 dalam satuan rupiah. Tabel 2 berikut adalah hasil perhitungan LCIA dengan pembobotan *eco-costs* 07. Kemudian pada fase LCIA, tahapan yang terakhir adalah *single score eco-costs* dari besarnya dampak lingkungan yang ditunjukkan pada Gambar 3.

EER (Eco-Efficiency Ratio) Rate

Pengukuran eko-efisiensi dari proses produksi produk batik diketahui bahwa nilai net value atas produk produk batik yang diperoleh dari perhitungan CBA (*Costs Benefit analysis*) dan nilai dari EEI (*Eco-Efficiency Index*) adalah pada Tabel 3. Sedangkan untuk perhitungan EVR (*Eco-Costs per Value Ratio*) dan *EER Rate* dari Produk batik ditunjukkan pada Tabel 4.

Hasil perhitungan *eco-efficiency ratio rate* (EER) kain batik tulis yang diproduksi oleh UKM Batik Puspa Kencana menunjukkan nilai EER sebesar 88,1%. Hasil ini dinilai sudah cukup baik. Dalam proses produksinya UKM Batik Puspa Kencana menggunakan teknik *colet* dalam pewarnaan dan *padding* dalam penguncian warna. Proses pewarnaan dan penguncian warna menggunakan teknik ini jauh lebih menghemat pemakaian air dibandingkan teknik yang umum digunakan di industri batik, yaitu teknik *celup*. Bahan pewarna

yang digunakan merupakan salah satu jenis pewarna sintetis yang lebih sedikit dampak negatifnya terhadap lingkungan dibandingkan dengan jenis pewarna sintetis lainnya seperti naphthol dan procion yang umum dipakai di industri batik. Sedangkan dalam proses pelorodan, bahan bakar yang dipakai adalah gas yang relatif lebih murah dan ramah lingkungan dibandingkan dengan penggunaan kayu bakar yang biasa dipakai pada industri batik. UKM juga telah memanfaatkan kembali lilin yang tercecer maupun lilin yang tertangkap setelah proses pelorodan.

Disamping itu, UKM ini juga telah ikut serta mengolah limbah yang dihasilkannya pada IPAL komunal yang ada di Laweyan. Proses produksi yang ada di UKM Batik Puspa Kencana dinilai baik dan dapat dijadikan model bagi UKM sejenis yang lain. Walaupun demikian peningkatan eko-efisiensi dapat dilakukan dengan memberikan alternatif material, bahan penolong, metode proses produksi dan energi yang digunakan. Misalnya untuk bahan pewarna dapat digunakan pewarna alam seperti kulit mangga, kulit bawang, kulit manggis dan lain sebagainya sehingga lebih ramah lingkungan.

KESIMPULAN

Pada proses produksi batik tulis di UKM Batik Puspa Kencana ditemukan empat pemborosan yang menyebabkan inefisiensi, yaitu *defect*, *inappropriate processing*, *overproduction*, dan *waiting*. Dari total *non value added time* sebesar 845 menit, *inappropriate processing* mempunyai kontribusi sebesar 47,93 % dan *waiting time* mempunyai persentase 45,56 % sedangkan sisanya disebabkan aktivitas lain. *Production leadtime* untuk 1 lot produksi (110 potong) adalah 6594 menit dengan *value added time* 5749 menit. Didapatkan *value added ratio* dari proses produksi batik tulis di Batik Puspa Kencana adalah 87,18%.

Hasil pengukuran menggunakan *Life Cycle Assessment* proses produksi batik tulis UKM Batik Puspa Kencana menggunakan software simapro diperoleh *eco-cost* sebesar Rp. 98.734.748,41. Kemudian *Eco-efficiency Index* (EEI)

sebesar 0,756. Sedangkan *Eco-Efficiency Rate* (EER) sebesar 88,1%.

Alternatif perbaikan proses produksi adalah dengan penerapan prinsip 5S pada proses persiapan pewarnaan dan proses pengeringan. Dengan melakukan perbaikan tersebut diperkirakan tingkat efisiensi akan naik menjadi 94,5%.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hines, Peter and Rich, Nick, (1997), The Seven Value Stream Mapping Tools, *International Journal of Operation & Production Management*, Vol.1, Iss.1.
2. Vogtlander, Joost G., Arianne Bijma, Han C. Brezet 2002. Communicating the Eco-efficiency of Products and Services by Means of the Eco-costs/Value Model, *Journal of Cleaner Production* 10, pp 57-67.
3. Liker, K. Jeffrey, (2006), The Toyota Way, Erlangga, Jakarta.
4. Abdulmalek, Fawaz A., Jayant Rajgopal. 2007. Analyzing the Benefits of Lean Manufacturing and Value Stream Mapping via Simulation: A Process Sector Case Study. *Journal of Production Economics* 107. pp 223–236
5. Kumar, Ravi, Sridhar Reddy, Environmental life cycle assessment of Barytes mineral pulverising industry: Case study from YSR Kadapa district, Andhra Pradesh. *International Journal of Environmental Sciences Volume 3*, No 1, 2012. Pp 727-734
6. Nurdaila, Ida, 2006, Kajian dan si Bersih pada usaha Kecil Batik Analisis Peluang Penerapan ProdukCap (Studi kasus pada tiga usaha industri kecil batik cap di Pekalongan), Universitas Diponegoro.
7. www.cleanbatik.com